

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-7657

(P2001-7657A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 3 F 1/32		H 0 3 F 1/32	
1/02		1/02	
3/24		3/24	
3/68		3/68	Z
H 0 3 G 3/02		H 0 3 G 3/02	Z
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-120972(P2000-120972)

(22) 出願日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

(31) 優先権主張番号 特願平11-113120

(32) 優先日 平成11年4月21日 (1999.4.21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233527

日立東部セミコンダクタ株式会社

群馬県高崎市西横手町1番地1

(72) 発明者 赤嶺 均

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体グループ内

(74) 代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜

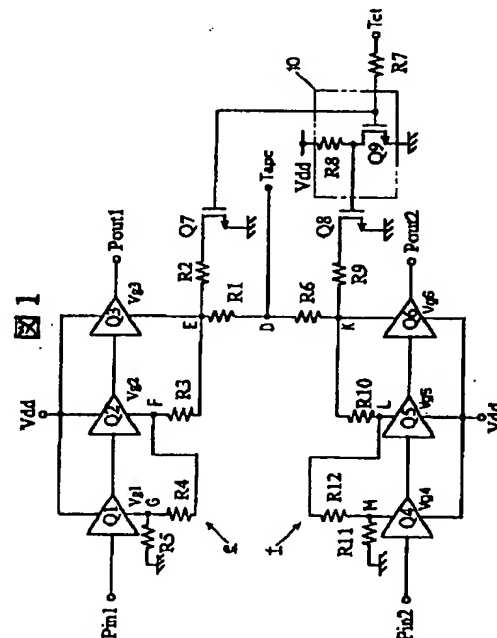
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波電力増幅装置および無線通信機

(57) 【要約】

【課題】 高リニアリティの達成、スイッチング特性の改善、消費電力の低減。

【解決手段】 高周波電力増幅装置は、従属接続された複数個の増幅段をもつ増幅系 (Q1~Q3; Q4~Q6) を備える。高周波電力増幅装置の出力を制御するため、増幅系には、制御端子 Tapc を介してパワー制御信号 Vapc が供給される。増幅系の各増幅段はその段の前の増幅段のゲインより小さいゲインをもっている。各増幅段にはパワー制御信号から生成される利得制御信号が供給される。制御端子と基準電位との間に直列接続された分割抵抗器 (R1, R3, R4) が接続され、パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる利得制御信号が発生される。各増幅段には利得制御信号の1つが供給され、その利得制御信号の電圧は前段に供給される利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段(Q1~Q3; Q4~Q6)と、

パワー制御信号(V_{apc})を受ける制御端子(T_{apc})と、

前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる利得制御信号を発生する、複数個の直列接続された分割抵抗器(R1, R3, R4; R6, R10, R12)とを有し、前記複数個の増幅段のそれぞれは、その段への入力信号を受ける第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、

前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への高周波入力信号を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の高周波出力信号を送出し、

最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、

前記複数個の増幅段のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の利得制御信号の1つが供給され、その利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項2】 少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段をもっている第1の増幅系(Q1~Q3)と、

少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段をもっている第2の増幅系(Q4~Q6)と、

パワー制御信号(V_{apc})を受ける制御端子(T_{apc})と、

前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第1の利得制御信号を発生する、第1列の直列接続された分割抵抗器(R1, R3, R4)と、

前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第2の利得制御信号を発生する、第2列の直列接続された分割抵抗器(R6, R10, R12)と、

増幅系選択信号(V_{ctl})にตอบสนองして、前記第1および第2の増幅系のうちのいずれか一方を動作状態にし他方を不動作状態にするため、前記パワー制御信号が前記第1列および第2列の直列接続された抵抗器のいずれか一方へ供給され他方の直列接続された抵抗器へはその供給がブロックされるように、前記第1列および第2列の直列接続された抵抗器に接続されている、選択回路(10, Q7, Q8)とを有し、

前記複数個の増幅段(Q1~Q3)のそれぞれは、その段への入力信号とその段のためのバイアス信号とを受け

る第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、

前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への第1の高周波入力端子(P_{in1})を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の第1の高周波出力信号(P_{out1})を送出し、

最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、

初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、

前記複数個の増幅段(Q4~Q6)のそれぞれは、その段への入力信号とその段のためのバイアス信号とを受ける第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、

前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への第2の高周波入力信号(P_{in2})を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の第2の高周波出力信号(P_{out2})を送出し、

最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、

初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、

前記第1の増幅系の複数個の増幅段(Q1~Q3)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第1の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第1の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第1の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とし、

前記第2の増幅系の複数個の増幅段(Q4~Q6)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第2の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第2の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第2の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項3】 請求項2において、前記選択回路は、前記基準電位に接続されたソースと前記選択信号を受けるゲートとドレインとを備える第1の絶縁ゲート電界効果トランジスタ(Q7)と、前記第1列の直列接続された抵抗器のうち一端が前記制御端子(T_{apc})に接続された抵抗器(R1)の他端に前記第1のトランジスタのドレインが接続された第1のインピーダンス素子(R2, L1)と、

前記基準電位に接続されたソースと前記選択信号を受けるゲートとドレインとを備える第2の絶縁ゲート電界効果トランジスタ(Q8)と、前記第2列の直列接続された抵抗器のうち一端が前記制御端子(T_{apc})に接続された抵抗器(R6)の他端に前記第2のトランジスタのドレインが接続された第2のインピーダンス素子(R

9、L2)とを有することを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項4】 請求項3において、前記選択回路の第1および第2のインピーダンス素子のそれぞれは、抵抗器(R2、R9)であることを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項5】 請求項3において、前記選択回路の第1および第2のインピーダンス素子のそれぞれは、インダクタ(L1、L2)であることを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項6】 従属接続された複数個の増幅段(Q1～Q3、Q4～Q6)をそれぞれ備える第1の増幅系(Q1～Q3)および第2の増幅系(Q4～Q6)を有する高周波電力増幅装置であって、各増幅系に設けられ、その一方を選択的に動作状態にする働きをする切替用トランジスタ(Q7、Q8)と、切替信号(Vctl)に対応して前記切替用トランジスタを制御する増幅系選択回路(10)と、パワー制御信号(Vapc)を受けける制御端子(Tapc)と、

前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第1の利得制御信号を発生する、第1列の直列接続された分割抵抗器(R1、R3、R4)と、

前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第2の利得制御信号を発生する、第2列の直列接続された分割抵抗器(R6、R10、R12)とを有し、

初段を除く前記増幅段(Q1～Q3、Q4～Q6)のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインをもっていることを特徴とし、

前記第1の増幅系の複数個の増幅段(Q1～Q3)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第1の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第1の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第1の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とし、

前記第2の増幅系の複数個の増幅段(Q4～Q6)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第2の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第2の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第2の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とする高周波電力増幅装置。

【請求項7】 請求項2に記載の高周波電力増幅装置を有する無線通信機。

【請求項8】 請求項6に記載の高周波電力増幅装置を有する無線通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は多バンド通信方式や

多モード通信方式用の高周波電力増幅装置およびその高周波電力増幅装置を組み込んだ無線通信機に係わり、たとえば、デュアルバンド通信方式のように複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置(高周波電力増幅器モジュール：PAモジュール)およびその高周波電力増幅装置を組み込んだ移動体通信機等の無線通信機に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車電話、携帯電話等の移動体通信機の送信部には高周波電力増幅器が使用されている。通信方式の異なる携帯電話(例えばセルラー電話機)間での通話を可能とする方式としてデュアルバンド通信方式が知られている。デュアルバンド方式については、たとえば、日立評論社発行「日立評論」、第80巻、第11号(1998年)、P47～P52に記載されている。同文献には、搬送周波数帯が880～915MHzのGSM(Global System for Mobile Communications)と、搬送周波数帯が1710～1785MHzのDCS-1800(Digital Cellular System 1800)によるデュアルバンド方式およびデュアルバンド用高周波電力増幅器(RFモジュール：PAモジュール)について記載されている。なお、同文献には、複合機としてトリプルモード方式についても記載されている。また、特開平11-186921号(1999年7月9日公開)には、PCN(Personal Communications Network：DCS-1800)、PCS(Personal Communications Service：DCS-1900)およびGSMなどの携帯電話システムに利用できる多バンド移動体通信装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】デュアルバンド用高周波電力増幅モジュールは、二つ以上のトランジスタ(増幅器)を順次従属接続して構成した増幅系(高周波電力増幅系)を2系統有する構造になっている。

【0004】従来、一般の高周波電力増幅装置(RFパワーアンプモジュール)は、それぞれのステージ(段)のトランジスタに独立に制御電圧を供給するため、パワー制御信号Vapcの電圧を抵抗分割することにより所望のゲートバイアスを供給している。

【0005】この構成は各ステージのトランジスタのゲートバイアスを独立に設定できるという長所はあるものの、電流もそれぞれのゲートに流れるため、増幅系を二つ有するデュアル以上のRFパワーアンプに使用するときには、このままではパワー制御電流Iapcが消費電流仕様を満たすことができなくなる。

【0006】その対策として、制御電圧供給回路の抵抗値を大きくすると、抵抗とMOSトランジスタのゲートドレイン間寄生容量によるCR時定数が大きくなるため、トランジスタのスイッチング速度に対する要求を満たすことができなくなる。

【0007】ここで、本発明のよりよい理解のため、先

す図8を参照して本発明者により案出され、検討された高周波電力増幅装置について述べる。図8に示された構造は、従って、本発明者の知る限りにおいて、公に知られた技術ではない。

【0008】図8は、本発明に先立って検討されたデュアルバンド用高周波電力増幅装置を示す等価回路図であり、各増幅系はMOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field-Effect-Transistor: 電界効果トランジスタ)を3段(初段(1段)、2段、最終段(3段))に組み込んだ構成になっている。

【0009】図8に示すように、二つの増幅系は、入力端子Pin1と出力端子Pout1との間に初段トランジスタ回路Q1'、2段トランジスタ回路Q2'、最終段トランジスタ回路Q3'を従属接続した増幅系aと、入力端子Pin2と出力端子Pout2との間に初段トランジスタ回路Q4'、2段トランジスタ回路Q5'、最終段トランジスタ回路Q6'を従属接続した増幅系bとからなっている。

【0010】増幅系aでは、各トランジスタ回路Q1'、Q2'、Q3'のゲート端子はそれぞれ分圧抵抗R22~R27を介して切替用トランジスタQ7'のドレイン端子に接続されるとともに、負荷抵抗R28を介して制御電圧Vapcが供給される制御端子Tapcに接続されている。また、切替用トランジスタQ7'のゲート端子はゲートインピーダンス整合用の抵抗R21を介して切替電圧Vctlが供給される切替端子Tc1に接続され、ソース端子はグラウンド(GND)に接続されている。

【0011】増幅系bでは、各トランジスタ回路Q4'、Q5'、Q6'のゲート端子はそれぞれ分圧抵抗R32~R37を介して切替用トランジスタQ8'のドレイン端子に接続されるとともに、負荷抵抗R38を介して電力増幅装置の制御端子Tapcに接続されている。また、切替用トランジスタQ8'のゲート電極はゲートインピーダンス整合用の抵抗R31を介して切替電圧/Vctlが供給される切替端子Tc2に接続され、ソース端子はGNDに接地されている。また、トランジスタ回路Q1'~Q6'のドレイン端子は電源端子Vddに接続されている。

【0012】抵抗の抵抗値の一例としては、R28およびR38は1.8kΩであり、R22、R24、R26、R32、R34およびR36は2.3kΩであり、R23、R25、R27、R33、R35およびR37は300Ωである。

【0013】このような高周波電力増幅装置では、切替端子Tc1および切替端子Tc2に印加される信号Vctlおよび/Vctlによって切替用トランジスタQ7'および切替用トランジスタQ8'を交互に動作させて増幅系aまたは増幅系bを選択使用して相互に帯域(バンド)が異なる周波数の高周波信号の電力増幅を行う。

【0014】すなわち、入力端子Pin1から出力端子Pout1に至る増幅系aを動作させる場合には、切替端子Tc1を「低」、切替端子Tc2を「高」に設定する。この設定によって増幅系aのR21~R28の各抵抗部分を電流が流れるとともに、増幅系bのR38にも電流が流れる。

【0015】この際、増幅系bの切替用トランジスタQ8'が動作するため、切替用トランジスタQ8'のドレイン側のノードAの電位は0Vに近い電位となる。また、同様に増幅系bが動作する際は増幅系bのR31~R38の各抵抗部分を電流が流れるとともに、増幅系aのR28にも電流が流れる。このとき、切替用トランジスタQ7'のドレイン側のノードBの電位は0Vに近い電位となる。従って、消費電流を抑えるためには、R28およびR38を高い抵抗値、例えば、2kΩ以上に設定しなければならない。

【0016】しかし、R28の抵抗値を高くすると、増幅系aの動作時ノードBの電位が低くなってしまい、各バイアスを適正值(例えば各増幅段を動作状態にするために必要なバイアス値)に設定することができなくなる。また、各バイアスを適正值に設定すべく分圧抵抗のR22、R24、R26の抵抗値を高い値にすると、今度は各段に対するスイッチング速度の要求を満たすことができなくなる。さらに、図8に示す回路構成では、切替端子としてTc1とTc2の二つが必要になり、使い勝手が悪い。

【0017】本発明の目的は、各増幅系のトランジスタのバイアス設定の適正化を図ることにより高リニアリティが達成できる複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置を提供することにある。本発明の他の目的は、スイッチング特性の良好な複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置を提供することにある。本発明の他の目的は、切替端子を一つとした使い勝手の良好な複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置を提供することにある。本発明の他の目的は、消費電力の低減が達成できる複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置を提供することにある。本発明の他の目的は、性能が良好でかつ消費電力の低減が達成できる多バンド通信方式または多モード通信方式の無線通信機を提供することにある。本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0018】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1) 従属接続された複数の増幅段をもつ増幅系を備える高周波電力増幅装置において、高周波電力増幅装置の出力を制御するため、増幅系には、制御端子を介してパワー制御信号が供給される。本発明の一側面によれば、増幅系の各増幅段は、通常、同一製造プロセスで形

成されると、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインをもっていることに鑑み、制御端子と基準電位との間に直列接続された分割抵抗器(R1, R3, R4)が接続され、パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる利得制御信号が発生される。各増幅段には、そのようにして発生された利得制御信号の1つが供給され、その利得制御信号の電圧は、前段に供給される利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっている。

【0019】(2) 本発明の他の側面によれば、高周波電力増幅装置は、少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段(Q1~Q3; Q4~Q6)と、パワー制御信号(V_{apc})を受ける制御端子(T_{apc})と、前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる利得制御信号を発生する、複数個の直列接続された分割抵抗器(R1, R3, R4; R6, R10, R12)とを有し、前記複数個の増幅段のそれぞれは、その段への入力信号を受ける第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への高周波入力信号を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の高周波出力信号を送出し、最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、前記複数個の増幅段のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の利得制御信号の1つが供給され、その利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とする。

【0020】(3) 本発明の他の側面によれば、高周波電力増幅装置は、少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段をもっている第1の増幅系(Q1~Q3)と、少なくとも初段および最終段を含む複数個の増幅段をもっている第2の増幅系(Q4~Q6)と、パワー制御信号(V_{apc})を受ける制御端子(T_{apc})と、前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第1の利得制御信号を発生する、第1列の直列接続された分割抵抗器(R1, R3, R4)と、前記制御端子と基準電位との間に接続され、前記パワー制御信号の電圧を分割して複数個の異なる第2の利得制御信号を発生する、第2列の直列接続された分割抵抗器(R6, R10, R12)と、増幅系選択信号(V_{ctl})にตอบสนองして、前記第1および第2の増幅系のうちのいずれか一方を動作状態にし他方を不動作状態にするため、前記パワー制御信号が前記第1列および第2列の直列接続された抵抗器のいずれか一方へ供給され他方の直列接続された抵抗器へはその供給がブロックされるように、前記第1列および第2列の直列接続された抵抗器に接続されている、選択回路(10,

Q7, Q8)とを有し、前記複数個の増幅段(Q1~Q3)のそれぞれは、その段への入力信号とその段のためのバイアス信号とを受ける第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への第1の高周波入力端子(Pin1)を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の第1の高周波出力信号(Pout1)を送出し、最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、前記複数個の増幅段(Q4~Q6)のそれぞれは、その段への入力信号とその段のためのバイアス信号とを受ける第1の端子と、その段の出力信号を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受けるための第3の端子とを備え、前記初段の第1の端子は、高周波電力増幅装置への第2の高周波入力信号(Pin2)を受け、前記最終段の第2の端子は、高周波電力増幅装置の第2の高周波出力信号(Pout2)を送出し、最終段を除く前記増幅段のそれぞれの第2の端子は次段の第1の端子に電気的に接続され、初段を除く前記増幅段のそれぞれは、その段の前の増幅段のゲインより小さいゲインを持つことを特徴とし、前記第1の増幅系の複数個の増幅段(Q1~Q3)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第1の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第1の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第1の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とし、前記第2の増幅系の複数個の増幅段(Q4~Q6)のそれぞれの第1の端子には、前記複数個の第2の利得制御信号の1つが前記バイアス信号として供給され、その第2の利得制御信号の電圧は、前段の第1の端子に供給される第2の利得制御信号の電圧より小さい絶対値をもっていることを特徴とする。

【0021】(4) 無線通信機は、前記(1)乃至(3)のうちのいずれかの構成による高周波電力増幅装置が組み込まれている。

【0022】前記(1)の手段によれば、(a)増幅系の各増幅段はその段の前の増幅段のゲインより小さいゲインをもつとともに、各増幅段に供給される利得制御信号は、パワー制御信号の電圧を分割抵抗器(R1, R3, R4)で分割することによって形成するため、各増幅段に供給される利得制御信号の電圧は、前段に供給される利得制御信号の電圧より小さい絶対値となり、増幅特性のリニアリティの改善がなされるとともに消費電流を下げることで低消費電力化が図れる。

(b) また、消費電流を下げた分だけ、制御端子と各トランジスタ間に設ける抵抗の抵抗値を小さくできるため、スイッチング特性が良好になる。前記(2)または

前記(3)の手段においても前記(1)の手段と同様の効果が得られる。

【0023】前記(4)の手段による無線通信機は、スイッチング性能が良くまたリニアリティが良好で消費電流を低減できる高周波電力増幅装置が内蔵されていることから、性能が良好でかつ消費電力の低減が達成できる多バンド通信方式または多モード通信方式の無線通信機を提供することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0025】(実施形態1)本実施形態1では増幅系を二つ有するデュアルバンド通信方式の移動体通信機およびその移動体通信機に組み込まれる高周波電力増幅装置に本発明を適用した例について説明する。

【0026】図1乃至図4は本発明の一実施形態(実施形態1)によるデュアルバンド用高周波電力増幅装置(RFパワーアンプモジュールあるいはPAモジュール)に係わる図である。

【0027】本実施形態1のデュアルバンドPAモジュール1は、図2の斜視図に示すように、偏平な直方体構造になっている。すなわち、デュアルバンドPAモジュール1は、板状の配線基板2と、この配線基板2の一面(主面)を覆うようにその上に設けられたキャップ3をもつ偏平直方体構造のパッケージ4を含む。

【0028】より詳しく述べると、デュアルバンドPAモジュール1は、例えば多層構造の配線基板2の一面上にトランジスタ等の能動部品やチップ抵抗やチップコンデンサ等の受動部品を搭載するとともに、複数のトランジスタを従属接続させて多段の増幅系を2つ構成した構成になっている。

【0029】本実施形態1では高周波電力増幅装置は第1増幅系および第2増幅系を含む。また、各高周波電力増幅系はトランジスタを3個従属接続した3段構成(初段(1段)、2段、最終段(3段))になっている。前記各トランジスタとしては、特に限定はされないが絶縁ゲート電界効果トランジスタ、例えば、MOSFETが使用されている。

【0030】また、配線基板2の一面は電磁シールド効果の役割を果たす金属製のキャップ3で被われている。このキャップ3は配線基板2のGNDにも電気的に接続される。

【0031】前記パッケージ4からは電気的に独立した外部電極端子(電極端子)が突出している。すなわち、この例では、図2のPAモジュール1の底面を示す図4に示すように、配線基板2の下面(底面)の周縁に表面実装用の外部電極端子が設けられている。

【0032】前記外部電極端子は、図3に示すように、

パッケージ4の一縁に沿って左から右に向かって、第1増幅系の入力端子(Pin1)、第1増幅系と第2増幅系の切替選択を行う切替端子Tct、基準電位端子(例えばグランド端子:GND)、電源電位端子(例えば電源端子:Vdd)、第1増幅系の出力端子Pout1が設けられ、パッケージ4の対向に沿って左から右に向かって、第2増幅系の入力端子(Pin2)、制御端子(Tapc)、GND、第2増幅系の出力端子(Pout2)が設けられている。これら外部電極端子は配線基板2の側面から底面に亘って設けられている。

【0033】また、本実施形態1のデュアルバンドPAモジュール1は半田等を用いた表面実装構造になっているが、この実装において配線基板2の底面で各接続領域のための半田の厚さを均一にするように、図3に示すように、GND導体は選択的に設けられるレジスト膜5によって覆われている。これにより、デュアルバンドPAモジュール1の実装時の信頼性を図ることができる。

【0034】図1は本実施形態1のデュアルバンドPAモジュール1の等価回路図である。本実施形態1では高周波電力増幅装置の高周波電力増幅系eおよびfはいずれも3個の従属接続された3個の増幅段をもっている。

【0035】第1増幅系eでは、初段トランジスタ回路(第1増幅段)Q1、2段トランジスタ回路(第2増幅段)Q2、最終段トランジスタ回路(最終増幅段)Q3が順次従属接続されている。各増幅段はその段への入力信号を受ける第1の端子と、その段の出力を送出する第2の端子と、その段のための基準電位を受ける第3の端子とを備える。初段の第1の端子は高周波電力増幅装置への第1の入力信号を受ける第1の入力端子Pin1として作用する。最終段の第2の端子は高周波電力増幅装置からの増幅された出力信号を送出する第1の出力端子Pout1として作用する。第1増幅系eの動作を制御するための切替用トランジスタQ7が設けられている。

【0036】第2増幅系fでは、初段トランジスタ回路(第1増幅段)Q4、2段トランジスタ回路(第2増幅段)Q5、最終段トランジスタ回路(最終増幅段)Q6が順次従属接続されている。各増幅段は、第1増幅系eと同様に、第1～第3の端子を備え、従って、初段の第1の端子は高周波電力増幅装置への第2の入力信号を受ける第2の入力端子Pin2として作用し、最終段の第2の端子は高周波電力増幅装置からの増幅された第2の出力信号を送出する第2の出力端子Pout2として作用する。第2増幅系fの動作を制御するための切替用トランジスタQ8が設けられている。

【0037】切替端子Tctに印加される増幅系選択信号Vctlによって第1増幅系eと第2増幅系fのいずれかが選択されて動作状態となり、他方の増幅系は非動作状態にされる。切替用トランジスタQ7、Q8と切替端子Tctとの間にインバータ10が設けられている。

【0038】インバータ10は、MOSFETからなる

トランジスタQ9を有している。トランジスタQ9の制御電極はゲートバイアス抵抗R7を介して切替端子Tctに接続されている。また、第1増幅系eの切替用トランジスタQ7の制御電極はトランジスタQ9の制御電極に接続され、抵抗R7によってゲートバイアスが決定されるようになっている。

【0039】トランジスタQ9の出力用の電極は第2増幅系fの切替用トランジスタQ8の制御電極に接続されている。また、切替用トランジスタQ8の制御電極は抵抗R8を介して電源電位端子(電源端子: Vdd)に接続され、所定のゲートバイアスが印加されるようになっている。トランジスタQ7、Q8およびインバータ10は増幅系選択回路を構成している。

【0040】第1増幅系eおよび第2増幅系fの各トランジスタ回路(増幅段)の利得は制御端子T_{apc}に印加されるパワー制御信号V_{apc}によって制御されるが、後述するように、それぞれ最適の利得制御電圧が印加されるように電圧分割抵抗が配置されている。すなわち、制御端子T_{apc}に連なる配線のノードDで配線は2本に分岐され、一方は第1増幅系eへの給電となり、他方は第2増幅系fへの給電となる。

【0041】第1増幅系eに対しては、ノードDは抵抗R1を介して最終段トランジスタ回路(最終増幅段)Q3の制御端子(第1の端子)に接続されている。また、最終段トランジスタ回路Q3と抵抗R1との間のノードEは抵抗R3を介して2段トランジスタ回路(第2増幅段)Q2の制御端子(第1の端子)に接続されている。また、2段トランジスタ回路Q2と抵抗R3との間のノードFは抵抗R4を介して初段トランジスタ回路(第1増幅段)Q1の制御端子(第1の端子)に接続されている。初段トランジスタ回路Q1と抵抗R4との間のノードGは抵抗R5を介して基準電位(例えば接地電位GND)に接続され、その結果初段トランジスタ回路Q1、第2段トランジスタ回路Q2、最終段トランジスタ回路Q3のゲートバイアス、すなわち利得制御信号V_{g1}、V_{g2}、V_{g3}を決定している。

【0042】第2増幅系fに対しては、第1増幅系eと同様に、ノードDは抵抗R6を介して最終段トランジスタ回路Q6の制御端子に接続されている。また、最終段トランジスタ回路Q6と抵抗R6との間のノードKは抵抗R10を介して2段トランジスタ回路Q5の制御端子に接続されている。また、2段トランジスタ回路Q5と抵抗R10との間のノードLは抵抗R12を介して初段トランジスタ回路Q4の制御端子に接続されている。初段トランジスタ回路Q4と抵抗R12との間のノードMは抵抗R11を介して基準電位(例えばGND)に接続され、その結果初段トランジスタ回路Q4、第2段トランジスタ回路Q5、最終段トランジスタ回路Q6のゲートバイアス、すなわち利得制御信号V_{g4}、V_{g5}、V_{g6}を決定している。また、切替用トランジスタQ7、

切替用トランジスタQ8およびトランジスタQ9の他の電極は基準電位GNDにそれぞれ接続されている。

【0043】分割抵抗の抵抗値は、一例を挙げるならば、 $R1=R6=1.2\text{ k}\Omega$ 、 $R2=R9=200\Omega$ 、 $R7=R8=10\text{ k}\Omega$ 、 $R3=R10=300\Omega$ 、 $R4=R12=300\Omega$ 、 $R5=R11=2\text{ k}\Omega$ である。なお、電源電位(Vdd)は例えば3.5Vである。

【0044】上述の回路は、図4に示すように、配線基板2に各電子部品(前記トランジスタや抵抗)を実装することによって形成されている。図4において、配線基板2の主面には配線11が所定のパターンに形成されている。また、ワイヤ接続用パッド14も配線11によって形成されている。そして、各トランジスタの電極12とワイヤ接続用パッド14は導電性のワイヤ13で電気的に接続されている。このようなデュアルバンドPAモジュール1は、高周波電力増幅系が2系統あり、切り換えによって各系統の高周波電力増幅系が動作する。

【0045】本実施形態1では、第1増幅系eをGSM(搬送周波数900MHz)における高周波入力信号の電力増幅に、第2増幅系fをPCN(搬送周波数1.75GHz)における高周波入力信号の電力増幅に用いることができる。

【0046】本実施形態1のデュアルバンドPAモジュール1は、無線通信機として、たとえば移動体通信機に組み込まれる。図6はデュアルバンドPAモジュール1を組み込んだ移動通信機(携帯電話機)の無線部のブロック図である。

【0047】デュアルバンド携帯電話機は、図6に示すように、マイクやスピーカに接続されかつベースバンドICを有するベースバンド部40と、前記ベースバンド部40に接続されかつアナログ・デジタルコンバータやデジタル・アナログコンバータを有するコンバータ41と、コンバータ41に接続される信号処理部42と、アンテナ43と、アンテナ43の送受信動作間の切り換えを行うスイッチ44と、信号処理部42とスイッチ44との間に組み込まれるデュアルバンドPAモジュール1と、信号処理部42とスイッチ44との間に2系統として組み込まれる2組の低雑音アンプ(LNA)45、46と、信号処理部42に接続されるRFVCO47と、RFVCO47および信号処理部42に接続されるRFPLLおよびIFPLLを有するデュアルシンセサイザ48とを具備している。

【0048】信号処理部42は、送信系として変調器50と、これに接続されるPLL(Phase-Locked Loop)51を有し、変調器50はコンバータ41に接続され、PLL51はデュアルバンドPAモジュール1に接続されている。

【0049】また、信号処理部42には受信系として二つの周波数帯域に対して用意された低雑音アンプ(LNA)45、46にそれぞれ接続される二つのRFミキサ

52, 53と、RFミキサ52, 53に接続されるAGC (Auto Gain Control) を有するIFミキサ54と、IFミキサ54に接続される復調器55を有している。復調器55はコンバータ41に接続されている。

【0050】また、デュアルシンセサイザ48は信号処理部42内に設けられたIFVCO56を介してIFミキサ54、変調器50、復調器55に接続されている。また、RFVCO47はPLL51、RFミキサ52, 53に接続されている。

【0051】このようなシステム構成のデュアルバンド携帯電話機においては、使用するシステム(周波数)に対応したLNA、RFミキサ、RFVCOおよびPAモジュールを選択し、他方をスリープ(否使用)モードにする。その切替については、各システムの混雑の度合いにより自動で選択するか、または手動で任意に選択する。

【0052】この切替信号Vctlは、例えば、CPU60を介して供給される。一方、パワー制御信号Vapcは、例えば、従来知られている構成の自動パワー制御器(Automatic Power Controller)62から供給される。自動パワー制御器62は、PAモジュール1の出力導体に結合されたカプラー64a, 64bのいずれか一方からPAモジュール1の出力を表す検出信号を受け、さらにCPU60から所定のパワー出力に相当する基準信号Vrefを受け、カプラーの検出信号と基準信号とを比較し、その比較結果に従って、パワー制御信号Vapcが決定される。このように決定されたパワー制御信号VapcがPAモジュール1の制御端子T_{apc}に供給される。本実施形態1によるデュアルバンド携帯電話機によればデュアルバンドの通信が可能になる。

【0053】本実施形態1は以下の効果の1つまたはそれ以上を享受できる。

(1) 各増幅系(第1増幅系e, 第2増幅系f)を動作させる切替用トランジスタQ7, Q8はインバータ10のトランジスタQ9の制御電極に印加される切替端子T_{ctl}からの切替信号Vctlによって増幅系の選択が行われる構成になっている。この結果、切替端子が一つになり使い勝手がよくなる。

【0054】(2) 増幅系(第1増幅系e, 第2増幅系f)の各トランジスタ回路Q1~Q6にはそれに見合ったゲートバイアス利得制御電圧が印加されることから、バイアスコントロールが良くなり、増幅系の増幅特性のリニアリティの改善が達成できるとともに制御電流(I_{apc})を下げることで低消費電力化が図れる。換言するならば、各段のトランジスタに対するバイアスが適正值(高リニアリティ)となるように抵抗(たとえば、R1, R3, R4, R5)を設定することにより、I_{apc}の通路を1本にし、I_{apc}を低減することができる。言い換えれば、I_{apc}を低減した分だけ抵抗(たとえば、R1, R3, R4, R5)を低く設定でき、スイッ

チング特性は満足したものになる。

【0055】(3) また、消費電流を下げた分だけ、制御端子T_{apc}と各トランジスタ回路Q1~Q6間に設ける抵抗の抵抗値を小さくできるため、スイッチング特性が良好になる。

【0056】図5は、本実施形態1における電力増幅装置の出力P_{out}と、増幅系のスイッチングタイムとの相関を示すグラフである。同グラフに示すように、仕様を満足するスイッチングタイムを2μsとした場合、出力P_{out}が35dBmまでの間に亘ってスイッチングタイムは2μs以下となり、スイッチングタイムを満足することが分かる。

【0057】(4) 本実施形態1による無線通信機は、スイッチング性能が良くまたリニアリティが良好で消費電流を低減できる高周波電力増幅装置が内蔵されていることから、性能が良好でかつ消費電力の低減が達成できる多バンド通信方式が達成できる。

【0058】(実施形態2) 図7は本発明の他の実施形態(実施形態2)であるデュアルバンド用高周波電力増幅装置の等価回路図である。本実施形態2では実施形態1における第1増幅系eの切替用トランジスタQ7とノードEとの間に設ける抵抗R2、および第2増幅系fの切替用トランジスタQ8とノードKとの間に設ける抵抗R9を、それぞれコイルL1, L2に置き換えたものである。

【0059】コイルは周波数が高くなるほどインピーダンスが高くなるため、切替用トランジスタQ7とノードEとの間に抵抗R2の代わりにコイルL1を配置し、切替用トランジスタQ8とノードKとの間に抵抗R9の代わりにコイルL2を配置することにより、切替用トランジスタQ7または切替用トランジスタQ8の出力用の電極であるドレイン電極に対し、ノードEまたはノードKを直流的にショートし、高周波に対して高インピーダンスとすることが可能になる。このコイルの使用は、仕様としては周波数にもよるが、たとえば20nH以上のコイルが使用可能である。

【0060】例えば、第1の入力端子Pin1から第1の出力端子P_{out1}に至る第1増幅系eをGSM(900MHz)で使用し、第2の入力端子Pin2から第2の出力端子P_{out2}に至る第2増幅系fをPCN(1.75GHz)で使用する場合、抵抗R2, R9を組み込んだものでは、抵抗R2, R9はあまり大きな抵抗値にできないため、PCN動作時には、高周波信号が抵抗R9を通して漏れてしまい、効率が落ちてしまうが、本実施形態2の場合のように抵抗R2, R9の代わりにコイルL1, L2を使うことによって高周波の漏れを抑止できるため効率の劣化を防ぐことができる。

【0061】次に図9~図11を参照して、本発明の実施形態をさらに説明する。図9は図1の回路構成をより詳細に示している。参照符号L1~L20は整合回路で

ある。図10は、制御端子 T_{apc} に供給されるパワー制御信号 V_{apc} の変化に対する各増幅段に印加される利得制御信号 V_{g1} 、 V_{g2} 、 V_{g3} の変化を示す図である。図11はパワー制御信号 V_{apc} の変化に対する増幅系（高周波電力増幅装置）のパワー出力の変化を示す図である。

【0062】図9において、各増幅段におけるトランジスタのゲート長に対するゲート幅は、後段になる程大きくなり、そのために後段程利得が小さい傾向にある。各増幅系 e または増幅系 f において、各増幅段に対しておよそ等しいバイアス電圧すなわち利得制御電圧（信号）を与えると、増幅系 e または増幅系 f の、パワー制御信号 V_{apc} に対するパワー出力の立ち上がりは図11の曲線Xに示されるように急峻になる。このことは、パワー制御信号 V_{apc} を変化させて高周波電力増幅装置のパワー出力を正確に調整するためには不都合である。

【0063】図7および図9に示された本発明の実施形態による構成および図8に示された本発明者により案出検討された構成においては、図10に示されるように、各増幅系の増幅段に対して与えられるバイアス電圧（利得制御電圧）は、前段程低くしている。

【0064】この結果、図11の曲線P1に示されるように、パワー制御信号 V_{apc} に対するパワー出力の立ち上がりが緩やかになり、高周波電力増幅装置のパワー出力の制御性が改善される。

【0065】なお、図11においては、増幅系 e の出力P1の特性が示されているが、増幅系 f の出力P2の特性についても、図10に示されるように各増幅段に対して与えられるバイアス電圧（利得制御電圧）は、前段程低くすることにより、同図の曲線P1に示されるのと同様になる。

【0066】以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0067】以上前記実施形態では多バンド通信方式の無線通信機およびその無線通信機に組み込まれる高周波電力増幅装置に本発明を適用した例について説明したが、本発明は多モード通信方式の無線通信機およびその無線通信機に組み込まれる高周波電力増幅装置にも同様に適用でき同様の効果を有することができる。また、バンドおよびモードが異なる複数の増幅系を有する技術にも同様に適用でき同様の効果を有する。本発明は複数の増幅系を有する高周波電力増幅装置に係わる技術には適用できる。

【0068】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

(1) 高周波電力増幅装置において、各増幅系を動作さ

せる切替用トランジスタは増幅系選択回路のトランジスタの制御電極に印加される切替端子からの信号によって増幅系の選択が行われる構成になっていることから、増幅系が2系統である場合には切替端子は一つになり、使い勝手がよくなる。

(2) 高周波電力増幅装置においては、増幅系の各トランジスタはそれに見合ったゲートバイアスが印加されることから、増幅系の増幅特性のリニアリティの改善が達成できるとともに消費電流を下げることで低消費電力化が図れる。

(3) また、消費電流を下げた分だけ、パワー制御信号が供給される制御端子と各トランジスタ間に設ける抵抗の抵抗値を小さくできるため、スイッチング特性が良好になる。

(4) 前記高周波電力増幅装置を組み込んだ無線通信機は、性能が良好でかつ消費電力の低減が達成できる多バンド通信方式の無線通信機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態（実施形態1）によるデュアルバンド用高周波電力増幅装置の等価回路図である。

【図2】実施形態1のデュアルバンド用高周波電力増幅装置の外観を示す斜視図である。

【図3】実施形態1のデュアルバンド用高周波電力増幅装置の底面図である。

【図4】実施形態1のデュアルバンド用高周波電力増幅装置における配線基板上の電子部品のレイアウトの概略を示す図である。

【図5】増幅系のスイッチングタイムと出力との相関を示すグラフである。

【図6】実施形態1のデュアルバンド高周波電力増幅装置を組み込んだ移動体通信機のシステム構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の他の実施形態（実施形態2）によるデュアルバンド用高周波電力増幅装置の等価回路図である。

【図8】本発明に先立って本発明者により案出され検討されたデュアルバンド用高周波電力増幅装置を示す等価回路図である。

【図9】実施形態1の回路構成をより詳しく示す回路図である。

【図10】図9に示された高周波電力増幅装置の動作を説明するのに有用な図である。

【図11】図9に示された高周波電力増幅装置の出力特性を示す図である。

【符号の説明】

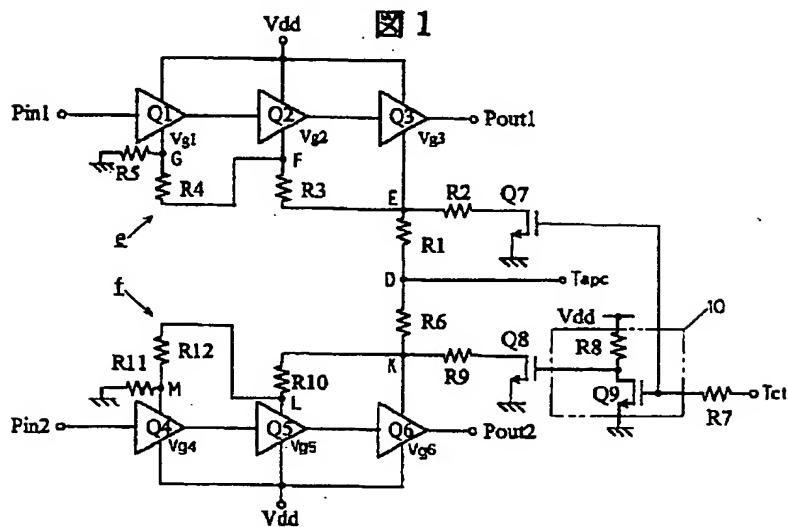
1…デュアルバンドPAモジュール、2…配線基板、3…キャップ、4…パッケージ、5…レジスト膜、10…増幅系選択回路、40…ベースバンド部、41…コンバータ、42…信号処理部、43…アンテナ、44…スイッチ、45、46…低雑音アンプ（LNA）、47…R

(10) 特開2001-7657 (P2001-7657)

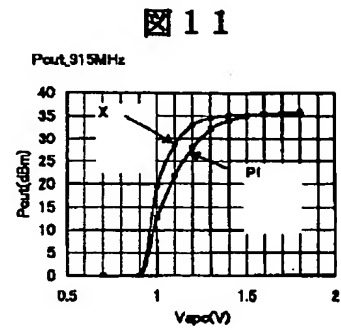
FVCO、48…デュアルシンセサイザ、50…変調器、51…PLL、52、53…RFミキサ、54…IFミキサ、55…復調器、56…IFVCO、60…C

PU、62…APC (自動パワー制御器)、64a、64b…カプラー、L1、L2…コイル、Q1～Q9…トランジスタ回路、R1～R12…抵抗。

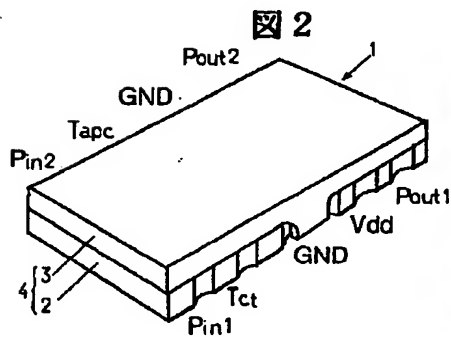
【図1】



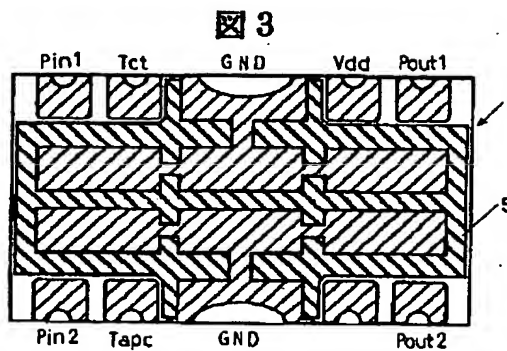
【図11】



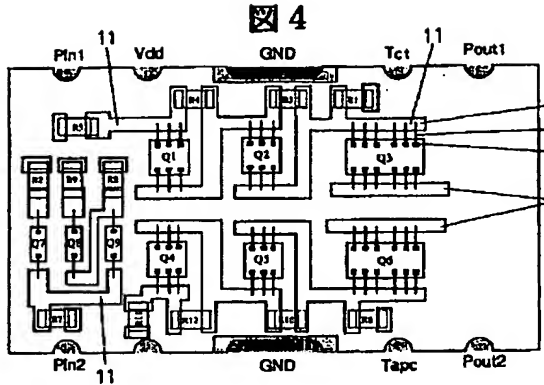
【図2】



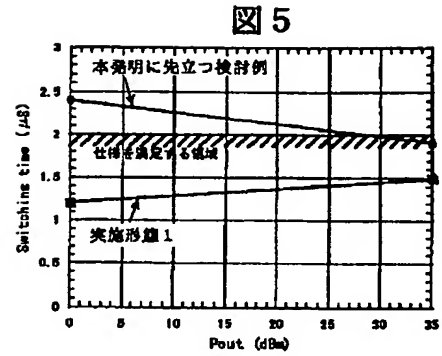
【図3】



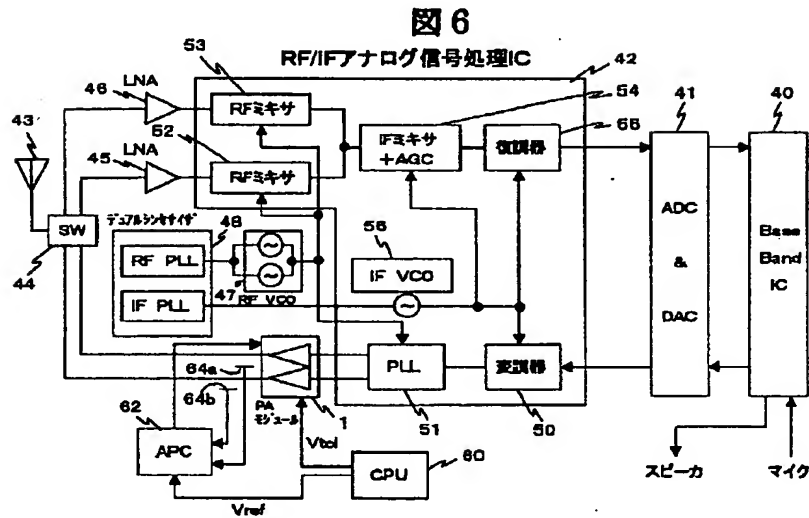
【図4】



【図5】

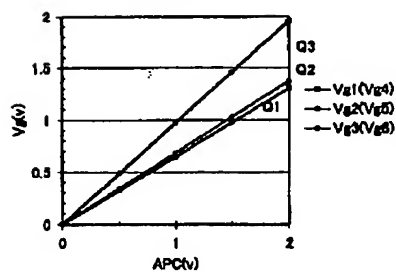


【図6】

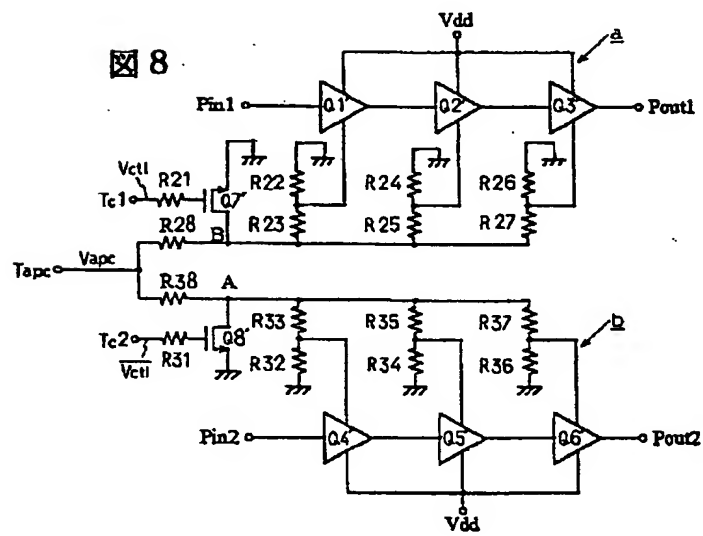


【図10】

図10

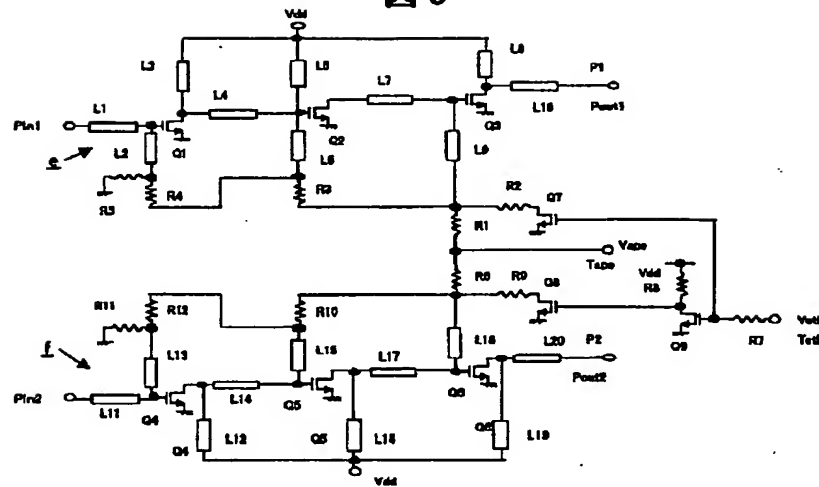


【図7】



【図9】

図9



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷H04B 1/04
1/40

識別記号

FI

H04B 1/04
1/40

テート (参考)

R

(72)発明者 安達 徹朗

群馬県高崎市西横手町1番地1 日立東部
セミコンダクタ株式会社内

(72)発明者 布川 康弘

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体グループ内

(72)発明者 杉田 浩二

群馬県高崎市西横手町1番地1 日立東部
セミコンダクタ株式会社内

(72)発明者 石原 伸彦

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体グループ内